

MAGNETIC DISK DEVICE

Patent Number: JP8180623
Publication date: 1996-07-12
Inventor(s): SHIMIZU ISAO;; YOSHIDA TAKASHI;; MATSUDA YASUHIRO;; KONO TAKASHI;;
YOSHIDA SHINOBU;; HARADA TAKESHI
Applicant(s): HITACHI LTD
Requested
Patent: ☐ JP8180623
Application
Number: JP19940319864 19941222
Priority Number
(s):
IPC
Classification: G11B21/10; G11B21/24
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To remarkably improve the accuracy for positioning a head in the magnetic disk device and to attain the high density recording.

CONSTITUTION: On the tip part of a load arm 3 supporting a slider 2 and providing high rigidity in the direction of track, a rotating spring 14 for supporting the rotational motion of the slider 2 and a fine adjustment driving means 15 for relatively moving the slider 2 in the direction of track against the load arm 3 are mounted, the head is thereby accurately positioned. The fine adjustment driving means 15 constitutes a comb-shaped electrostatic actuator. Then, the high density recording for the magnetic disk device is attained.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 1 8 0 6 2 3

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 7 月 12 日

(51) Int. Cl. ⁶ 識別記号 序内整理番号 F I 技術表示箇所
G 1 1 B 21/10 N 8425 - 5 D
21/24 A

審査請求 未請求 請求項の数 1 9

O L

(全 1 0 頁)

(21) 出願番号 特願平 6 - 319864

(22) 出願日 平成 6 年 (1994) 12 月 22 日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者 清水 伊三男

茨城県土浦市神立町 502 番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 吉田 隆

茨城県土浦市神立町 502 番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 松田 泰洋

茨城県土浦市神立町 502 番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(74) 代理人 弁理士 鶴沼 辰之

最終頁に続く

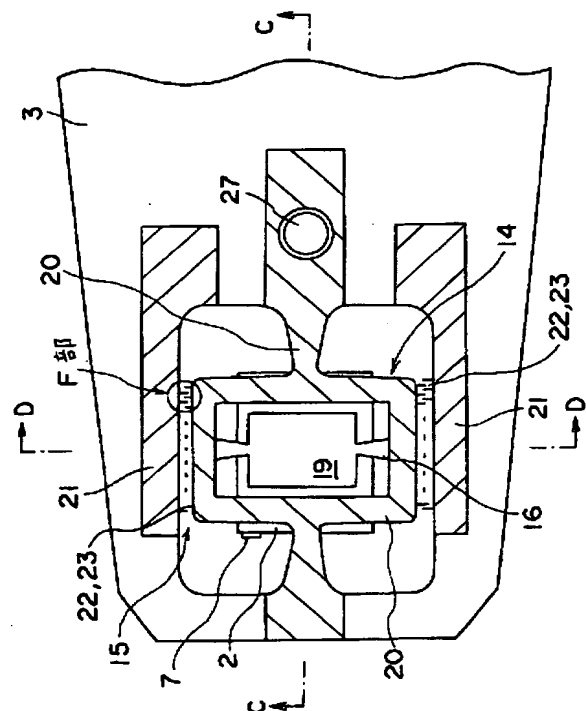
(54) 【発明の名称】 磁気ディスク装置

(57) 【要約】

【目的】 磁気ディスク装置におけるヘッドの位置決め精度を飛躍的に向上させ、高密度記録を達成すること。

【構成】 スライダ 2 を支持し、トラック方向に高剛性を有するロードアーム 3 の先端部に、スライダ 2 の回転運動を支持する回転ばね 1 4 と、スライダ 2 をロードアーム 3 に対して相対的にトラック方向へ移動させる微動駆動手段 1 5 を搭載し、ヘッドを高精度に位置決めする。微動駆動手段 1 5 はくし歯状の静電アクチュエータを構成している。

【効果】 本発明によれば、磁気ディスク装置の高密度記録を達成できる効果がある。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ヘッドを搭載するスライダと、前記スライダを支持するロードアームとを有し、前記ヘッドによりディスクに情報を書き込みまたは読み出しする磁気ディスク装置において、前記ロードアームに対する前記スライダの相対的移動を制御する微動駆動手段を設けたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項2】 ヘッドを搭載するスライダと、前記スライダを支持するロードアームとを有し、前記ヘッドによりディスクに情報を書き込みまたは読み出しする磁気ディスク装置において、前記ロードアームに、前記スライダを前記ディスクの半径方向へ微小駆動する手段が設けられていることを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項3】 回転支持される記録面を持つディスクと、前記ディスクの記録面に情報を書き込みまたは読み出しするためのヘッドと、前記ヘッドを取付け前記ディスク上のヘッド姿勢を安定に保つためのスライダと、前記スライダの微小回転運動と、前記ディスクの面外変動に追従するためのスライダの運動とを弾性的に支持するロードアームと、前記ロードアームを揺動回転させて前記ヘッドを前記記録面の情報トラックに位置決めするための駆動手段を有する磁気ディスク装置において、前記ロードアームに対する前記スライダの相対的移動を制御する微動駆動手段を設けたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項4】 請求項3に記載の磁気ディスク装置において、前記微動駆動手段を、前記ロードアームに形成したことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項5】 請求項1、2または3に記載の磁気ディスク装置において、前記微動駆動手段を、前記ロードアームの前記スライダを弾性支持する梁に形成したことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項6】 請求項1、2または3に記載の磁気ディスク装置において、前記スライダの微小回転運動を弾性支持する梁構造を前記ロードアームの先端部に設け、前記梁により前記微動駆動手段の可動部を支持したことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項7】 請求項1、2または3に記載の磁気ディスク装置において、前記微動駆動手段は、静電方式、圧電素子方式、あるいは形状記憶合金による熱式のいずれかの構造であることを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項8】 請求項3に記載の磁気ディスク装置において、前記微動駆動手段は、前記スライダの微小回転運動を支持する梁を有するロードアームに対して、前記スライダを前記ディスクの半径方向へ相対的に微小移動させるものであることを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項9】 請求項1、2または3に記載の磁気ディスク装置において、前記微動駆動手段を、静電アクチュエータで構成したことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項10】 請求項1、2または3に記載の磁気デ

ィスク装置において、前記スライダを負圧発生形スライダにしたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項11】 回転支持されたディスクの記録面上で、情報を書き込みまたは読み出しを行うためのヘッドを取り付けたスライダを弾性支持するロードアームを有し、前記ヘッドを情報トラックに位置決めするための駆動手段を搭載した磁気ディスク装置において、前記ロードアームをシリコン板で製作し、前記ロードアームに、前記スライダを弾性支持する梁を形成し、かつ前記ロードアームに対する前記スライダの相対的移動を制御する微動駆動手段を固着させて形成したことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項12】 請求項11に記載の磁気ディスク装置において、前記微動駆動手段を静電アクチュエータで構成したことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項13】 請求項12に記載の磁気ディスク装置において、前記微動駆動手段は、くし歯形状の可動電極と、くし歯形状の固定電極とからなり、前記可動電極を前記スライダを支持する梁に形成し、前記固定電極を前記ロードアームに形成したことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項14】 請求項11に記載の磁気ディスク装置において、前記微動駆動手段を、半導体プロセスを用いて形成したことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項15】 回転支持される記録面を持つディスクと、前記ディスクの記録面に情報を書き込みまたは読み出しするためのヘッドと、前記ヘッドを取付け前記ディスク上のヘッド姿勢を安定に保つためのスライダと、前記スライダの微小回転運動と、前記ディスクの面外変動に追従するためのスライダの運動とを弾性的に支持するロードアームと、前記ロードアームを揺動回転させて前記ヘッドを前記記録面の情報トラックに位置決めするための駆動手段を有し、前記ヘッドを所定のトラックに位置決めして追従させる位置決め手段を備えた磁気ディスク装置において、前記ロードアームは前記スライダの運動を弾性的に支持する平行に配設した梁を有し、前記梁に前記スライダを前記ディスクの半径方向へ微小駆動する手段を設けたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項16】 請求項15に記載の磁気ディスク装置において、前記微動駆動手段は、可動電極と固定電極とがくし歯形状を有し、それぞれのくし歯が噛み合った構造であり、前記ロードアームのスライダ支持部に平行に配設した梁により、前記可動電極を支持した静電アクチュエータからなることを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項17】 請求項16に記載の磁気ディスク装置において、前記静電アクチュエータの可動電極を、前記スライダの微小回転運動を支持する梁に形成し、固定電極を前記ロードアームに形成したことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項18】 請求項16に記載の磁気ディスク装置

において、前記可動電極を、前記スライダの微小回転運動を支持する梁と一体的に形成したことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項19】 請求項15に記載の磁気ディスク装置において、前記微動駆動手段を、メッキ加工あるいは電鍍（エレクトロフォーミング）を用いて形成したことを特徴とする磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は磁気ディスク装置に係り、特に、スライダをディスクの半径方向へ高精度に位置決めするのに好適な磁気ディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、磁気ディスク装置は、データを記憶する記録面をもつ複数枚の磁気ディスクを備えており、これらのディスクに対して、情報の書き込みおよび読み出しを行う複数の磁気ヘッド（電磁変換素子）、およびこれらヘッドを位置決めするためのボイスコイルモータ等を備えている。

【0003】複数の磁気ヘッドは、それぞれロードアームを介してキャリッジに取り付けられ、ボイスコイルモータにより一体と成って駆動される。キャリッジは、玉軸受を介して回転可能にベースへ取り付けられ、ボイスコイルモータにより回転駆動される。

【0004】この場合のヘッド位置決めは、ディスクの記録面に間欠的に位置決め情報を記憶させ、この位置決め情報の間にデータ情報を記憶させている。ヘッドから間欠的に得られる位置情報に基づきヘッドを位置決めする、いわゆるデータ面サーボ方式が一般的である。

【0005】ところが、玉軸受の持つところが摩擦のために、キャリッジは0.00001rad程度より小さい回転角を制御できず、ヘッドの微小位置決めを妨げる要因になっている。特に、近年、記録密度の増大にともなって、情報トラックの間隔が狭くなるとともに、玉軸受のところが摩擦の対策は重要な課題になってきている。

【0006】この課題の対策手段として、複数の磁気ヘッドを一体で長ストローク移動させるボイスコイルモータに加えて、個々のヘッドを独立に微小位置決めするためのアクチュエータ（圧電素子）をキャリッジに搭載し、ロードアームをキャリッジに対して相対的に微小移動させてヘッドを微小変位させる方法や、ヘッドをスライダに対して相対的に移動させるアクチュエータ（圧電素子）をスライダに組み込む方式が提案されている。上記従来技術は、例えば、特開平3-183070号、および特開昭62-250570号に開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、磁気ディスク装置において、ヘッド位置決めを従来以上に高精度に行う場合、ヘッドを微小駆動する圧電素子は、駆動

電圧に対する出力変位がヒステリシスをもつ非線形素子であり、この非線形特性がヘッド位置決めの高精度化を制約し、ヘッド位置決めに要するアクセス時間の高速化を妨げるという点に考慮がなされていなかった。また、圧電素子の歪は極めて小さいため、拡大機構を介してヘッドを位置決めする必要があり、複雑な構造になっていた。

【0008】本発明の目的は、ヘッドの微小駆動を行う機能を有し、高密度記録におけるヘッド位置決めを可能にする、高精度な位置決め性能を有する機構により、より実用的な磁気ディスク装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的は、スライダをトラック方向に駆動する微小変位アクチュエータを、ヘッドを取り付けたスライダを弾性支持する個々のロードアームに搭載することにより達成される。この微小変位アクチュエータを静電形アクチュエータで構成することにより、ロードアームの先端部分の狭い範囲にヘッドを微動させる駆動手段が形成される。

【0010】すなわち、本発明は、ヘッドを搭載するスライダと、前記スライダを支持するロードアームとを有し、前記ヘッドによりディスクに情報を書き込みまたは読み出しする磁気ディスク装置において、前記ロードアームに対する前記スライダの相対的移動を制御する微動駆動手段を設けたことを特徴とするものである。

【0011】また、ヘッドを搭載するスライダと、前記スライダを支持するロードアームとを有し、前記ヘッドによりディスクに情報を書き込みまたは読み出しする磁気ディスク装置において、前記ロードアームに、前記スライダを前記ディスクの半径方向へ微小駆動する手段が設けられていることを特徴とするものである。

【0012】また、回転支持される記録面を持つディスクと、前記ディスクの記録面に情報を書き込みまたは読み出しするためのヘッドと、前記ヘッドを取付け前記ディスク上のヘッド姿勢を安定に保つためのスライダと、前記スライダの微小回転運動と、前記ディスクの面外変動に追従するためのスライダの運動とを弾性的に支持するロードアームと、前記ロードアームを揺動回転させて前記ヘッドを前記記録面の情報トラックに位置決めするための駆動手段を有する磁気ディスク装置において、前記ロードアームに対する前記スライダの相対的移動を制御する微動駆動手段を設けたことを特徴とするものである。

【0013】また、回転支持されたディスクの記録面上で、情報を書き込みまたは読み出しを行うためのヘッドを取り付けたスライダを弾性支持するロードアームを有し、前記ヘッドを情報トラックに位置決めするための駆動手段を搭載した磁気ディスク装置において、前記ロードアームをシリコン板で製作し、前記ロードアームに、前記スライダを弾性支持する梁を形成し、かつ前記ロー

ドアームに対する前記スライダの相対的移動を制御する微動駆動手段を固着させて形成したことを特徴とするものである。

【0014】また、上記目的を、回転支持される記録面を持つディスクと、前記ディスクの記録面に情報を書き込みまたは読み出しするためのヘッドと、前記ヘッドを取付け前記ディスク上のヘッド姿勢を安定に保つためのスライダと、前記スライダの微小回転運動と、前記ディスクの面外変動に追従するためのスライダの運動とを平行に配設した梁で弾性的に支持するロードアームと、前記ロードアームを揺動回転させて前記ヘッドを前記記録面の情報トラックに位置決めするための駆動手段を有し、前記ヘッドを所定のトラックに位置決めして追従させる位置決め手段を備えた磁気ディスク用ヘッド位置決め装置において、前記位置決め手段は、前記ロードアームに設けられ、前記スライダを前記ディスクの半径方向へ微小駆動する手段であることを特徴とする磁気ディスク用ヘッド位置決め装置によっても達成することができる。

【0015】

【作用】上記構成によれば、ヘッドを搭載したスライダを、ロードアームに対して微小移動させることができるので、ディスク面の所定位置に、ヘッドを高精度に位置決めし、追従させることができる。例えば、スライダを弾性支持するロードアームは、ロードアームの先端部分に設けた梁構造で、さらにスライダを支持しており、梁を撓ませることにより微動駆動手段である微小変位アクチュエータの可動部分を、スライダと一体的にトラック方向へ微動させ、ヘッドを高精度に位置決めすることができる。

【0016】

【実施例】以下、本発明の実施例を、図面を参照して説明する。図1は、磁気ディスク装置の全体構成を示す図である。ディスク6は磁気記録のためのディスク、スピンドルモータ99は、ディスク6を高速回転させるモータである。ヘッド7は、情報の書き込みおよび読み取りを行う。微動駆動手段15は、ヘッド7をディスク6の半径方向へ、1~15 μ m程度、微小変位させる微動駆動手段であり、静電アクチュエータを構成している。

【0017】これら、ヘッド7、微動駆動手段15は、ロードアーム3に支持され、ピボット軸8回わりに、複数のロードアーム3が、一体的に回転する構造であり、ボイスコイルモータ（VCM）13は、ヘッド7を高速に長ストローク回転移動させる。

【0018】また、制御回路101は、ボイスコイルモータ13を制御するVCM制御回路、制御回路103は、微動駆動手段15を制御する静電アクチュエータ制御回路、増幅器56は、静電アクチュエータ制御回路103の出力を増幅する増幅器、スイッチ105は、ヘッド選択信号112に応じて駆動すべき微動駆動手段15

を選択する静電アクチュエータ選択スイッチ、スイッチ106は、ヘッド7からの入出力信号を選択するヘッド切換スイッチであり、そのほか、信号処理回路104、メインコントローラ100を備える。

【0019】磁気ディスク装置の動作中、VCM制御回路101は、メインコントローラ100から与えられた移動指令値110に基づき、情報位置にアクセスするシークモードと、トラックに追従するフォローイングモードを切り換え、さらに、ヘッド7からのヘッド位置情報のフィードバックにより、ボイスコイルモータ13および微動駆動手段15を駆動する。

【0020】シーク動作では、ヘッド選択信号112で選択されたヘッド7が、ロードアーム3に対して振動しないように、微動駆動手段15を電氣的にロック状態にし、ボイスコイルモータ13でヘッド7を移動させる。また、フォローイング動作では、このロックを解除し、ボイスコイルモータ13と微動駆動手段15とが協働してヘッド位置決めを行う。

【0021】通常、磁気ディスク装置は、複数枚のディスクおよび多数のヘッドを備えているため、各ヘッドを微小変位させる微動駆動手段15を独立に駆動する増幅器を、それぞれ設けることは価格上好ましくない。そこで、本実施例では、静電アクチュエータ選択スイッチ105、およびヘッド切換スイッチ106を設けることにより、単一増幅器56で多数の微動駆動手段15を駆動し、コスト低減を図っている。

【0022】また、メインコントローラ100からの移動指令値110が、微動駆動手段15のストローク以下の移動の場合は、微動駆動手段15だけでシークさせることが可能となり、非常に高速なシーク動作が実現できる。さらに、この場合、フォローイング動作を微動駆動手段15のみで実現することが可能である。

【0023】つぎに、本発明の主要部分であるヘッド位置決め手段1について、図面を用いて説明する。図2は、図1におけるヘッド位置決め手段1と、ディスク6の一部分を示す部分拡大図、また、図3は、図2のB-B断面図である。

【0024】図2および図3に示すように、記録面をもつディスク6で、情報の書き込みまたは読み出しを行うヘッド7を取り付けたスライダ2は、ロードアーム3に搭載されており、回転するディスク6上の記録面上を微小空隙を保って浮上するようにロードアーム3で支持されている。

【0025】ヘッド位置決め手段1は、スライダ2、ロードアーム3、ロードアーム3と一体的に運動するピボット軸8、ピボット軸8を回転支持する玉軸受9、ピボット軸8に対してロードアーム3の反対側に設けたコイル10を取り付けたスペーサ5から構成されており、ピボット軸8は玉軸受9を介してベース4に固定されている。

【0026】また、コイル10は、ベース4に固定されたヨーク11と磁石12とでボイスコイルモータ13を成している。ロードアーム3は図2の紙面の垂直方向に、ばね作用を有する押圧ばね3aをもち、スライダ2をディスク6に押圧し、スライダ2を浮上させている空気膜圧とバランスさせることにより、ヘッド浮上量を安定化している。

【0027】また、ロードアーム3の先端部(A部)には梁構造が設けられており、スライダ2の微小回転運動を支持する回転ばね14と、スライダ2をロードアーム3に対して相対的に移動させる微動駆動手段15を成している。

【0028】図4は、図2のA部の拡大図、図5および図6は、図4のC-C断面図およびD-D断面図である。図5と図6は、A部の断面構造を明らかにするために、断面された部分の形状のみを示している。

【0029】回転するディスク6上を安定浮上するスライダ2は、ディスク6の面外振動に追従するために、ディスク6の面外方向へ運動する自由度と、ピッチング運動とローリング運動という回転自由度を持っている。図4のD-D断面を示す一点鎖線方向の軸回りのスライダ2の微小回転運動をピッチング運動と呼び、図4のC-C断面を示す一点鎖線方向の軸回りの微小回転運動をローリング運動と呼ぶことにする。

【0030】回転ばね14にはスライダ2が取り付けられ、その反対側の面には微動駆動手段15が形成されている。回転ばね14は、図8に示すように、スライダ2を接着して取り付ける姿勢板19、姿勢板19を支持するピッチングばね16、ピッチングばね16を支える矩形状の回転板18、回転板18を支持するローリングばね17から構成されており、ローリングばね17はロードアーム3に支えられている。

【0031】図6に示すように、ピッチングばね16を斜めに変形させ、姿勢板19を回転板18(回転板18はロードアーム3と同一平面上にある)より下方に配設して、姿勢板19にスライダ2を取り付けている。ロードアーム3はステンレスSUS304等の板材からできており、図8に示す回転ばね14の形状は、ロードアーム3をエッチング加工して梁構造を形成する。

【0032】ピッチングばね16はプレス加工して変形させる。ロードアーム3は、回転するディスク6の面外変動に追従させるために、スライダ2の浮上方向運動を押圧ばね3aで弾性支持し、ディスク6の記録面に対してスライダ2の姿勢をコントロールするために、スライダ2の微小回転運動を、回転ばね14で弾性支持するものであり、ディスク6の半径方向(トラック方向)に対しては剛な構造をしている。また、スライダ2のピッチング運動は、ピッチングばね16が弾性的にねじれ、スライダ2のローリング運動はローリングばね17が弾性的にねじれる。

【0033】微動駆動手段15は、図4のハッチングで示すように、可動電極20と固定電極21から成り、可動電極20は回転板18およびローリングばね17上に形成しており、固定電極21はロードアーム3に形成している。可動電極20の上端と下端に設けたくし歯22は、図7に示すように、固定電極21に設けたくし歯23とギャップgを保って噛み合っており、図7は、その噛み合い状態の一部分の拡大図である。

【0034】この微動駆動手段15は、くし歯22、23の噛み合い部分で静電力 F_e を発生する静電式のアクチュエータであり、静電力は、 $F_e = n \epsilon h v^2 / (2g)$ で表わされる。ここに、 n はくし歯の数、 ϵ は誘電率、 h はくし歯の厚さ、 v は印加電圧、 g は可動電極20と固定電極21とのギャップ(図7参照)である。

【0035】可動電極20および固定電極21は、ステンレスの板材から成るロードアーム3にコーティングした絶縁膜24の上に形成し、さらに、その表面を絶縁膜25でおおった積層構造をしている(図5、図6参照)。可動電極20および固定電極21は銅メッキでメッキ層を積層して厚さ20~60 μ mの膜を形成する。あるいは、これらの電極20、21をニッケル材の電鍍(エレクトロフォーミング)で形成し、表面に電気抵抗の小さい材料(例えば、銅または金)をコーティングして電極を形成しても目的の機能を達成できる。

【0036】つぎに、ヘッド位置決め手段1の動作について、図2および図9を用いて説明する。ここで、図9は、図1における制御回路と対応しており、さらに詳細に説明するために、フォローイング動作に関係する部分を表している。

【0037】ディスク6の記録面同心円状に形成されるトラック50は、トラック50毎に、間欠的に書き込まれている位置情報(サーボ領域)51と、サーボ領域51の間にデータ情報を記録するデータ領域52を有している。ヘッド7から得られる間欠的な位置情報に基づいてヘッド位置決めを行う、いわゆる、データ面サーボ方式を採っている。

【0038】図2に示すヘッド位置決め機構1は、図8に示す2ステージサーボ系により駆動され、このサーボ系の構成をブロック図で表わしている。図2の微動駆動手段15およびボイスコイルモータ13は、それぞれ図8のブロック57および60に対応する。

【0039】図8で、ボイスコイルモータ60(13)と微動駆動手段57(15)によって生成された変位68、73は、加算的に合成されてヘッド位置75となる。これから、ディスク6の偏心等の影響によるトラック振れが差し引かれてオフトラック量が定まり、位置検出部61で電気信号に変換され、ヘッド位置決め誤差信号74となる。ヘッド位置決め誤差信号74は目標トラック量62(通常0)にポジション感度53を乗じた値63と比較され、偏差64が微動駆動手段57とボイス

10

20

30

40

50

コイルモータ60各々の補償回路54、58に入力される。

【0040】微動駆動手段57の補償回路54では偏差64に積分演算を行い、微動駆動手段57の操作信号65を算出する。操作信号65は乗算器55で2乗操作信号66に変換され、増幅器56で増幅されて微動駆動手段57に印加され、微動駆動手段57の変位68が生じる。この2乗操作信号66と微動駆動手段57の変位68とは比例関係にある。

【0041】一方、ボイスコイルモータ60の補償回路58では、微動駆動手段57の2乗操作信号66に、増幅器55と微動駆動手段56のゲイン57を乗じた微動駆動手段57の推定変位信号69を偏差64に加算した信号70を入力し、ボイスコイルモータ60の操作信号71を算出する。操作信号71は、増幅器59で増幅されてボイスコイルモータ60に印加され、ボイスコイルモータ60の変位73が生じる。

【0042】ヘッド7をディスク6の目標トラックに追従させるフォローイング動作は、大きな移動をボイスコイルモータ13で駆動し、目標トラックにヘッドを追従させるような微小位置決めを微動駆動手段15で制御することにより行う。ボイスコイルモータ13による駆動は、コイル10に操作電流72を供給することにより推力を発生させ、ヘッド7をピボット軸8回りの回転により移動させる。

【0043】一方、微動駆動手段15は、可動電極20と固定電極21との間に、駆動電圧 v^2 （図9の符号67）を印加することにより、くし歯22、23の部分に静電力 F_e を発生させ、可動電極20と回転板18と姿勢板19とスライダ2を一体的にトラック方向（図4の上方向または下方向）へ移動させる。

【0044】上述したように、ヘッド7はスライダ2に取り付けられており、スライダ2と一体となって移動する。このとき、ピッチングばね16はトラック方向に対して剛であり、ローリングばね17はトラック方向に対して柔であるため、ローリングばね17がたわむ。

【0045】また、印加する駆動電圧66の大きさと極性を変えることにより、静電力の大きさと方向をコントロールでき、スライダ2のトラック方向運動を制御する。このように、微動駆動手段15は、固定電極21を形成したロードアーム3に対して、相対的にスライダ2をトラック方向へ移動させ、ヘッド7の微小位置決めを可能にしている。

【0046】本実施例によれば、比較的簡単な構造でヘッド7のトラック方向の微小位置決めが可能になり、ヘッドを狭小トラックに追従させることができるため、高密度記録が実現できる効果がある。本実施例の応用として、上述した静電式微動駆動手段15は、例えば、電気歪式や形状記憶材料を用いた熱式でも容易に実現できることがわかる。

【0047】つぎに、図2のロードアーム3に負圧発生形のスライダ2'を取り付けた場合について説明する。負圧スライダ2'のディスク6と対向する面の形状を図10に、図10のH-H断面を図11に示す。

【0048】ディスク6は、図10の左から右方向へ回転し、傾斜面34で圧力を発生し、ポケット33で負圧を発生する。ディスク6が停止しているとき、スライダ2'はディスク6面から僅かに離れており、ディスク6が回転すると負圧の発生により、スライダ2'はディスク6面に近づき、安定浮上量（例えば、90nm）になる。

【0049】このように、ディスク6の停止時にスライダ2'がディスク6面から離れていることは、ディスク6の回転開始時に生じるディスク6とスライダ2'との摩擦力や粘着力を低減でき、スライダ2'を支持している回転ばね14の、ディスク6回転開始時における破損を防止する効果がある。

【0050】つぎに、本発明の第2の実施例を図12により説明する。図12は、上記実施例の図4に相当する図であり、図4と異なるのは、微動駆動手段15の可動電極20の支持方法である。可動電極20を平行に配置した4本のビーム26で支持し、トラック方向の支持剛性を上記実施例より小さく設計し、スライダ2をより小さい静電力で制御できる構造である。

【0051】これらビーム26はスライダ2のローリング運動を支持している。また、平行な4本のビーム26で支持したことにより、スライダ2をトラック方向へ駆動したとき生ずる傾きや上下振動を抑制する構造になっている。このことは、くし歯22と23の安定な噛み合いを維持し、安定な静電力の発生をもたらし、ヘッド位置決めの制御を安定化する効果がある。

【0052】つぎに、本発明の第3の実施例を説明する。図13、図14を用いて、スライダ2を「コ」の字形をした4本の梁（コ梁28、29）で支持し、これらコ梁にくし歯形状をもつ静電アクチュエータを形成して、スライダ2をトラック方向へ運動させるロードアーム3の実施例について説明する。

【0053】ロードアーム3はシリコン（Si）基板から成り、その先端部にエッチングで形成した姿勢板19と、姿勢板19を支持する4本のコ梁28、29を設けている（図14）。コ梁28、29の厚さはロードアーム3より薄く、ハーフエッチングで約半分形成している。コ梁28、29は、スライダ2のピッチング運動とローリング運動を支持するばかりでなく、ディスク6と対抗するスライダ2の面のあらゆる回転方向に対して追従する機能を有している。

【0054】図13は、姿勢板19の下面にスライダ2を接着し、コ梁28、29を形成した部分に駆動手段40を設けたロードアーム3の先端部分を示す。駆動手段40は、可動電極30をコ梁28と姿勢板19の上面に

形成し、固定電極 31 をロードアーム 3 の上面に形成した、くし歯形の静電アクチュエータである。可動電極 30 のくし歯 32 a および固定電極 31 のくし歯 32 b は、図 11 に示す部分に設け、その噛み合い状態は図 7 と同じである。

【0055】これらの可動電極 30 と固定電極 31 の製作方法は、Si 基板のロードアーム 3 の上面を熱酸化により酸化膜を形成し、その上にイオンエッチングでそれぞれの電極 30、31 のパターンを形成し、さらに CVD 法（化学蒸着法）でポリシリコン膜を堆積させ、酸化膜をマスクにして可動電極 30 と固定電極 31 を形成する。くし歯 32 を形成した部分の酸化膜をフッ酸溶液で除去する。このようにして形成した電極 30、31 パターンに導電性膜を付ける。

【0056】この静電アクチュエータの動作は、最初に説明した実施例と同じであるので、ここでは省略する。本実施例は、上述したように、半導体プロセスを応用した製法でロードアーム 3 を製作できることから、精度の高いロードアーム 3 を容易に作ることができる。

【0057】図 15 は、本発明の第 4 の実施例を示す部分拡大図である。第 1 の実施例で示した微動駆動手段 15 の構成は、図 4 に示すように、ヘッド 7 を上下方向へ直線的に変位させるものである。図 15 に示す微動駆動手段 15 は、図 4 のものに極めて似ているが、図 4 の右側の可動電極 20 を除いた構成であり、ヘッド 7 を回転させて微小位置決めをする構造である。

【0058】微動駆動手段 15 の発生する静電力により、スライダ 2 に搭載されたヘッド 7 は、ロータリばね 17 と一体的に構成された可動電極 20 部分を回転中心として微小回転する。この微小回転により、ヘッド 7 の精密位置決めを実現するものである。

【0059】このような回転駆動手段は、図 4 に示した直線駆動手段より、ヘッド 7 の変位方向の支持剛性を小さくでき、より小さい静電力でヘッド 7 の位置決めを可能にする。これは、微動駆動手段 15 に加える印加電圧を下げられることから、書き込みおよび読み出し時の消費電力を低減する効果がある。

【0060】

【発明の効果】本発明によれば、実用的レベルの簡単な構造で、ヘッドを高精度に位置決めすることができるので、高密度記録が実現できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例を示す磁気ディスク装置の全体構成図である。

【図 2】本発明の一実施例を示す磁気ディスク装置の主要部分の平面図である。

【図 3】図 2 の B-B 断面図である。

【図 4】図 2 の A 部の拡大図である。

【図 5】図 4 の C-C 断面図である。

【図 6】図 4 の D-D 断面図である。

【図 7】図 4 の F 部の拡大図である。

【図 8】回転ばね 14 の形状を示す図である。

【図 9】図 1 における制御回路と対応する詳細回路図である。

【図 10】負圧スライダの形状を示す図である。

【図 11】図 10 の H-H 断面図である。

【図 12】本発明の第 2 の実施例を示す部分拡大図である。

【図 13】本発明の第 3 の実施例を示す部分拡大図である。

【図 14】図 13 のコ梁 28、29 形状を現わす部分拡大図である。

【図 15】本発明の第 4 の実施例を示す部分拡大図である。

【符号の説明】

- 1 ヘッド位置決め手段
- 2 スライダ
- 2' 負圧スライダ
- 3 ロードアーム
- 3 a 押圧ばね
- 4 ベース
- 5 スペーサ
- 6 ディスク
- 7 ヘッド
- 8 ピボット軸
- 9 玉軸受
- 10 コイル
- 11 ヨーク
- 12 磁石
- 13 ボイスコイルモータ
- 14 回転ばね
- 15 微動駆動手段
- 16 ピッチングばね
- 17 ローリングばね
- 18 回転板
- 19 姿勢板
- 20 可動電極
- 21 固定電極
- 22 くし歯
- 23 くし歯
- 24 絶縁膜
- 25 絶縁膜
- 26 ビーム
- 28、29 コ梁
- 30 可動電極
- 31 固定電極
- 32、32 a、32 b くし歯
- 33 ポケット
- 34 傾斜面
- 40 駆動手段

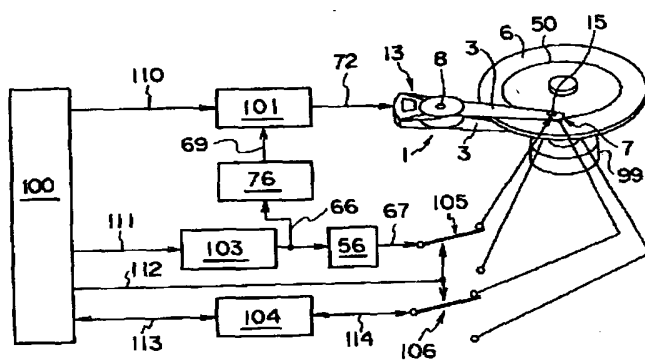
13

14

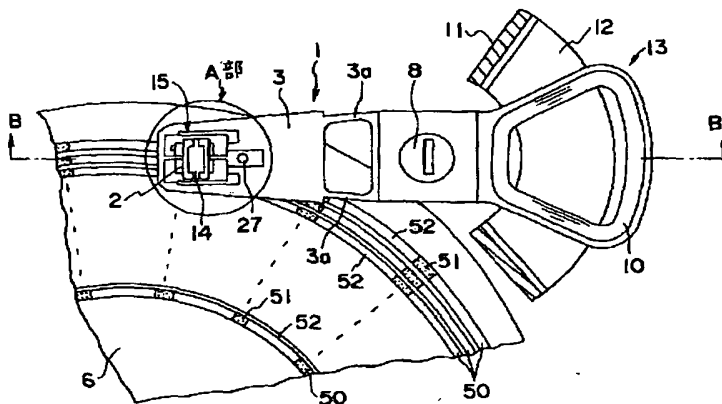
- 50 トラック
- 51 位置情報 (サーボ領域)
- 52 データ領域
- 53 ポジション感度
- 54 補償回路
- 55 乗算器
- 56 増幅器
- 57 微動駆動手段
- 58 補償回路
- 59 増幅器
- 60 ボイスコイルモータ
- 61 位置検出部
- 62 目標トラック量
- 63 ポジション感度を乗じた値
- 64 偏差
- 65 操作信号
- 66 操作信号
- 67 駆動電圧
- 68 変位

- 69 推定変位信号
- 70 信号
- 71 操作信号
- 72 操作電流
- 73 変位
- 74 ヘッド位置決め誤差信号
- 75 ヘッド位置
- 99 スピンドルモータ
- 100 メインコントローラ
- 101 VCM制御回路
- 103 静電アクチュエータ制御回路
- 104 信号処理回路
- 105 静電アクチュエータ選択スイッチ
- 106 ヘッド切換スイッチ
- 110 移動指令値
- 112 ヘッド選択信号
- g ギャップ
- Fe 静電力

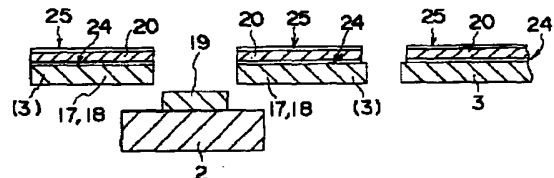
【図1】



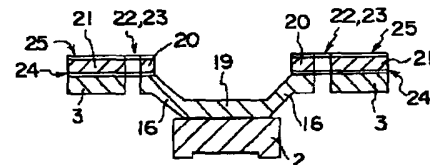
【図2】



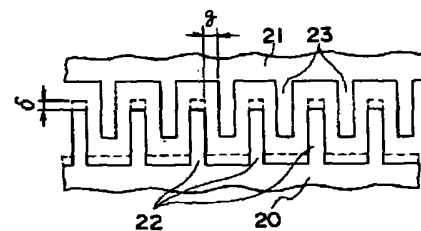
【図5】



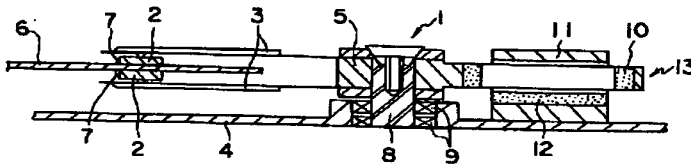
【図6】



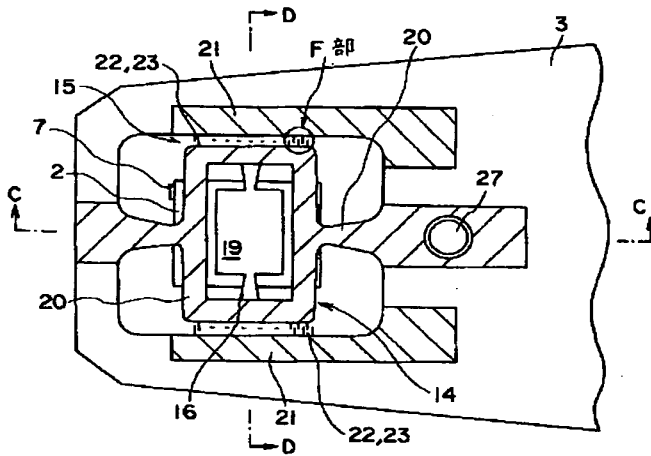
【図7】



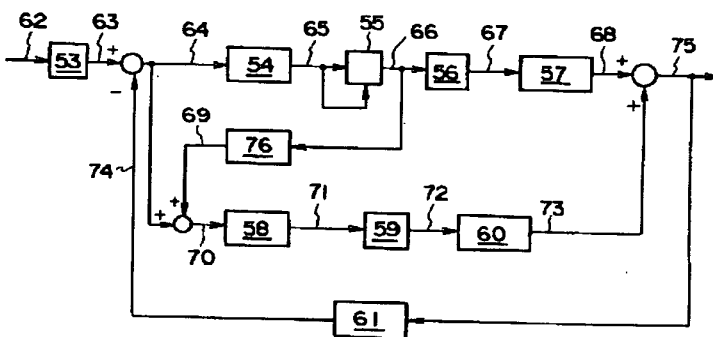
【図3】



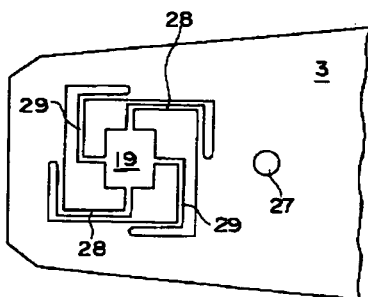
【図4】



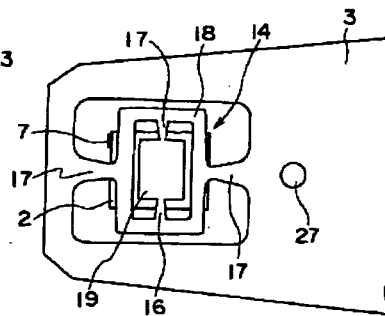
【図9】



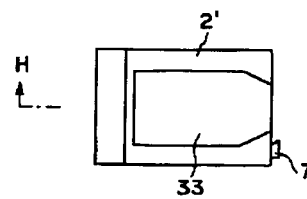
【図14】



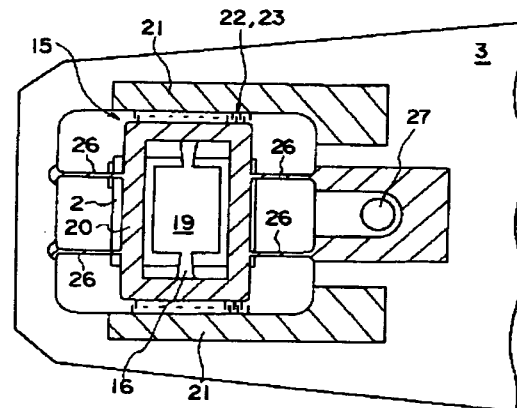
【図8】



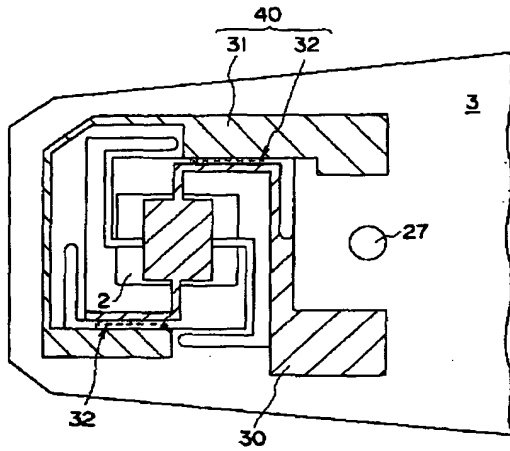
【図10】



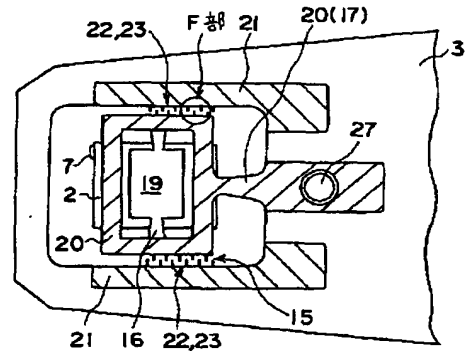
【図12】



【図13】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 河野 敬
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内

(72)発明者 吉田 忍
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内

(72)発明者 原田 武
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内